

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-001444

(43)Date of publication of application : 07.01.1997

(51)Int.Cl.

B23Q 17/09
G05B 19/18
G05B 19/4062
G05B 19/4065

Best Available Copy

(21)Application number : 07-171511

(71)Applicant : HITACHI SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 14.06.1995

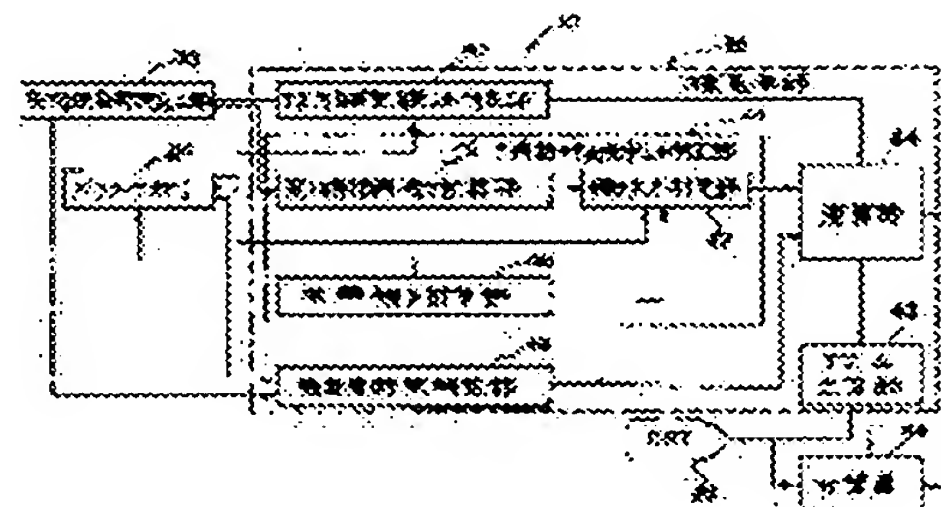
(72)Inventor : NAGASHIMA SATOSHI

(54) METHOD AND APPARATUS FOR MONITORING CUTTING LOAD CONDITION IN MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To discriminate between whether or not actual cutting load is lowered below a no-load set value by the normal cutting and whether or not it is lowered by the generation of the abnormal cutting condition according to the size of time dependent change rate in the lowering of the actual cutting load and a no-load detecting time under the condition of the actual cutting load lowered below the no-load set value.

CONSTITUTION: A cutting load condition monitor 10 is provided with a cutting load/no-load size judging section 40 to judge whether or not the actual cutting load outputted from an actual cutting load reading section 30 is smaller than the no-load set value, a time dependent lowering change rate size judging section 41 to judge the size of time dependent change rate in the lowering of the actual cutting load and a no-load time judging section 42 to judge whether or not a no-load detecting time in which the actual cutting load is below the no-load set value is longer than a predetermined time. Then normal cutting condition and abnormal cutting condition are discriminated on the basis of the respective judging results of these judging sections 40, 41, 42 to output a signal from a calculating section 44 to an alarm outputting section 43 in the case of the abnormal cutting condition.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開平 9 - 1 4 4 4

(43) 公開日 平成9年(1997)1月7日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q	17/09		B 2 3 Q 17/09	A
G 0 5 B	19/18		G 0 5 B 19/18	W
	19/4062			X
	19/4065		19/405	L

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D

(全 9 頁)

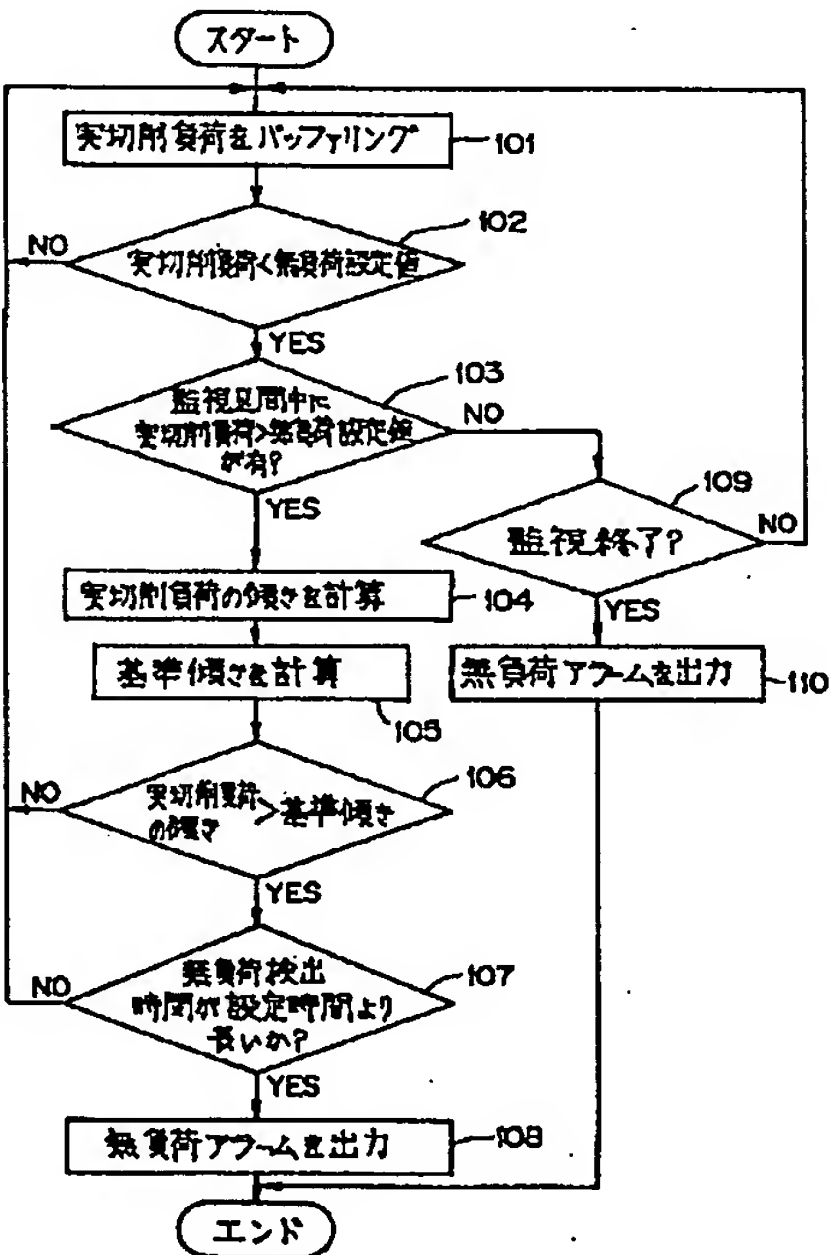
(21) 出願番号	特願平7-171511	(71) 出願人	000233321 日立精機株式会社 千葉県我孫子市我孫子1番地
(22) 出願日	平成7年(1995)6月14日	(72) 発明者	長島 聡 千葉県我孫子市我孫子1番地 日立精機株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 宮地 暖人

(54) 【発明の名称】 工作機械における切削負荷状態の監視方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、これが正常な切削によるものかチッピングなど異常な切削状態の発生によるものかの判別をすることができる工作機械における切削負荷状態の監視方法及びその装置を提供する。

【構成】 工作機械における実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小と、前記実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態とを判別する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 工作機械における実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小と、前記実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態とを判別することを特徴とする工作機械における切削負荷状態の監視方法。

【請求項 2】 工作機械における実切削負荷が無負荷設定値より小さい場合に、監視中に前記実切削負荷が前記無負荷設定値を越えたことがあるか否かと、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小と、前記実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態とを判別することを特徴とする工作機械における切削負荷状態の監視方法。

【請求項 3】 前記実切削負荷の下降経時変化の傾きと、記憶部に予め記憶され且つ実切削負荷基準値に対応する所定の基準傾きとを比較することにより、前記下降経時変化率の大小を判断することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の工作機械における切削負荷状態の監視方法。

【請求項 4】 前記実切削負荷の下降経時変化の傾きと、前記実切削負荷が前記無負荷設定値以下になる直前の実切削負荷平均値に基づく下降経時変化の基準傾きとを比較することにより、前記下降経時変化率の大小を判断することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の工作機械における切削負荷状態の監視方法。

【請求項 5】 工作機械における実切削負荷を算出して読込む実切削負荷読込み部と、この実切削負荷読込み部から出力される前記実切削負荷が所定の無負荷設定値より小さいか否かを判定する切削負荷無負荷大小判定部と、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小を判定する下降経時変化率大小判定部と、前記実切削負荷が前記無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間が所定の設定時間より長いかな否かを判定する無負荷時間判定部と、前記 3 つの判定部の各判定結果に基づいて正常な切削状態と異常な切削状態とを判別してアラーム出力部に信号を出力する演算部とを備えたことを特徴とする工作機械における切削負荷状態監視装置。

【請求項 6】 前記切削負荷無負荷大小判定部は、監視中に前記実切削負荷が前記無負荷設定値を越えたことがあるか否かの判定も行うことを特徴とする請求項 5 に記載の工作機械における切削負荷状態監視装置。

【請求項 7】 前記下降経時変化率大小判定部は、前記実切削負荷の下降経時変化の傾きを計算する実切削負荷傾き計算部と、基準傾きを計算する基準傾き計算部と、前記実切削負荷傾き計算部により算出された下降経時変化の傾きと前記基準傾き計算部により算出された前記基

準傾きとを比較する傾き大小判定部とを備えたことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の工作機械における切削負荷状態監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、数値制御（NC）旋盤など工作機械における切削負荷状態を監視する監視方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】NC旋盤、マシニングセンタなど工作機械の数値制御装置（以下、NC装置と記載）は、各種加工を行うためのNCプログラムを加工プログラムメモリに記憶させておき、加工作業を行う場合には必要なNCプログラムをこの加工プログラムメモリから呼び出して加工動作を制御する。NC旋盤の主軸にチャッキングされたワーク（工作物）を刃物台に取付けられた工具で切削する加工動作中には、ワーク及び主軸を駆動する主軸モータと、刃物台を送り軸を介して駆動する送り軸用サーボモータに、それぞれ切削負荷がかかる。これらの切削負荷をそれぞれ検出して、NC旋盤における切削負荷状態を監視している。

【0003】切削負荷状態を監視する場合に、切削負荷状態が無負荷の状態になっているか否かの判断の基準として、無負荷設定値を予め設定しておく場合がある。正常な状態で工具がワークを常に切削し続けている時には、実切削負荷が無負荷設定値より下がることはない。

【0004】ところが、切削中に工具の切れ刃にチッピング等が生じる場合や、ワーク又は工具の種類を間違えて取付けたり、ワークや工具が取付けられていない等取付けミスが生じることがある。このようなことが発生すると、実切削負荷が無負荷設定値より下がったり、監視区間中に実切削負荷が無負荷設定値を越えない状態が続くことになる。ところで、NC旋盤により鉄道車両用の車輪等を切削する場合には、一つの車輪（ワーク）に対して切り込み量を変えながら複数回切削するので、切り込み量が殆ど零になる時がある。このような切削では、正常な切削を行っているにも拘らず、実切削負荷が無負荷設定値とほぼ等しくなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合の原因には、切り込み量が小さい正常な切削によるものと、工具の切れ刃のチッピングなど異常な切削状態の発生によるものとがある。特に、NC旋盤により車輪を切削する場合には、実切削負荷が切削監視区間内で無負荷設定値を越えない切削があった場合に異常な切削状態の発生と判断して直ちに無負荷のアラームを出すと、正常な切削にも拘らず機械の停止等の事態に至る。かかる事態を防止するために、実切削負荷の急下降によるアラームは出力せずに、取付けミスの場合にのみアラームを出力すれば、工具の

チップング等の異常切削状態の発生を検出することができなくなってしまう。このように、従来の切削負荷状態の監視方法では、前記正常な切削状態とチップングなど異常な切削状態の発生との判別をすることができなかった。

【0006】特開平 3 - 1 7 8 7 5 2 号公報には、工具負荷監視制御方式に関する技術が開示されているが、このものは、切削監視区間の判別を行う技術であり、切削負荷状態のうち無負荷状態が正常な切削状態か異常な切削状態の発生によるものかを判別する技術とは異なるものである。

【0007】本発明は、斯かる課題を解決するためになされたもので、実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、これが正常な切削によるものかチップングなど異常な切削状態の発生によるものかの判別をすることができる工作機械における切削負荷状態の監視方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、本発明に係る工作機械における切削負荷状態の監視方法は、工作機械における実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小と、前記実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態とを判別している。

【0009】また、工作機械における実切削負荷が無負荷設定値より小さい場合に、監視中に前記実切削負荷が前記無負荷設定値を越えたことがあるか否かと、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小と、前記実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態とを判別することが好ましい。

【0010】なお、前記実切削負荷の下降経時変化の傾きと、記憶部に予め記憶され且つ実切削負荷基準値に対応する所定の基準傾きとを比較することにより、前記下降経時変化率の大小を判断してもよい。または、これに代えて、前記実切削負荷の下降経時変化の傾きと、前記実切削負荷が前記無負荷設定値以下になる直前の実切削負荷平均値に基づく下降経時変化の基準傾きとを比較することにより、前記下降経時変化率の大小を判断してもよい。

【0011】前記監視方法を実現するための本発明に係る切削負荷状態監視装置は、工作機械における実切削負荷を算出して読込む実切削負荷読込み部と、この実切削負荷読込み部から出力される前記実切削負荷が所定の無負荷設定値より小さいか否かを判定する切削負荷無負荷大小判定部と、前記実切削負荷の下降経時変化率の大小を判定する下降経時変化率大小判定部と、前記実切削負荷が前記無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間が所定の設定時間より長いかな否かを判定する無負荷時間

判定部と、前記 3 つの判定部の各判定結果に基づいて正常な切削状態と異常な切削状態とを判別してアラーム出力部に信号を出力する演算部とを備えている。なお、前記切削負荷無負荷大小判定部は、監視中に前記実切削負荷が前記無負荷設定値を越えたことがあるか否かの判定も行うことが好ましい。

【0012】また、好ましい一態様として、前記下降経時変化率大小判定部は、前記実切削負荷の下降経時変化の傾きを計算する実切削負荷傾き計算部と、基準傾きを計算する基準傾き計算部と、前記実切削負荷傾き計算部により算出された下降経時変化の傾きと前記基準傾き計算部により算出された前記基準傾きとを比較する傾き大小判定部とを備えている。

【0013】

【作用】前述のように、車輪などワークに対して切り込み量を変えて切削をする途中で切り込み量がほぼ零になる場合には、これは正常な切削である。このような場合には実切削負荷は通常ゆっくりと下降するので、その下降経時変化率は小さくなり、下降経時変化の傾きも小さい。

【0014】これに対して、切削途中でチップングなど異常が発生すると、実切削負荷は急激に下降する。そのため、下降経時変化率は大きくなってその下降経時変化の傾きも大きくなり、且つ実切削負荷が無負荷設定値以下になる状態が長い時間続くことになる。そこで、前記下降経時変化の傾きの大小と前記無負荷検出時間とにより、現在正常な状態で切削が行われているか異常状態が発生したかの判別をしている。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図 1 乃至図 7 を参照して説明する。

【0016】図 1 は切削状態を示すワークの部分断面図である。本実施例では、ワーク 1 が例えば鉄道車両用の車輪の場合に、これを NC 工作機械としての NC 旋盤により切削加工する場合について説明する。通常、NC 旋盤はワーク 1 に対して切り込み量を変えて複数回切削する。例えば、車輪の加工の場合には軌跡 2 に従って 1 回目の切削をし、次いで軌跡 3 に従って 2 回目の切削をする。この時、加工部分 4 で両軌跡 2, 3 がほぼ接している場合には、この加工部分 4 では 2 回目の切削における切り込み量は殆ど零か例えば 1 [mm] 未満になる。したがって、2 回目の切削時に加工部分 4 を切削している間は、実切削負荷が無負荷設定値とほぼ等しくなる。

【0017】図 2 は実切削負荷と時間との関係を示すグラフである。図中、符号 B, C は、それぞれ実切削負荷の基準値及び無負荷設定値を示している。なお、基準値 B は、実切削負荷の値を平均することにより算出される。無負荷設定値 C は、無負荷状態で主軸が回転した場合、及び刃物台、送り軸等が移動した場合の、主軸モータ及び送り軸用サーボモータの負荷に基づいて決められ

る。軌跡 2 に従う 1 回目の切削の実切削負荷は曲線 5 で表され、軌跡 3 に従う 2 回目の切削時の実切削負荷は曲線 6 により表されている。即ち、曲線 5, 6 は正常な切削が行われている場合を示している。曲線 6 で示す 2 回目の切削では、加工部分 4 で切り込み量がほぼ零になる無負荷部分があり、実切削負荷が無負荷設定値 C より下がった範囲 D が加工部分 4 の切削にほぼ対応している。

【0018】曲線 7 は、基準値 B に沿って正常な切削が行われている途中で、何らかの原因で瞬間的に実切削負荷が無負荷設定値 C より下がったが直ちに基準値 B に回復した場合を示している。この場合は正常な切削と判断して無負荷アラームを出力しない方が望ましい。曲線 8 は、切削中に工具の切れ刃にチップングが生じて実切削負荷が無負荷設定値 C より下がった場合を示している。線 9 は、工具又はワークの取付けミスにより、実切削負荷が無負荷設定値 C 以下の状態で続いている場合を示している。前記取付けミスとしては、工具又はワークの種類を間違えた場合、工具又はワークが取付けられていない場合、NC プログラムにプログラミングミス、選択ミス等の間違いがある場合等がある。

【0019】図 3 は本発明に係る切削負荷状態監視装置のブロック図、図 4 は前記切削負荷状態監視装置の概略構成図、図 5 は本発明に係る切削負荷状態の監視方法を示すフローチャートである。図 3 に示すように、切削負荷状態監視装置 10 の制御部において、CPU (中央処理装置) 20 にはバスライン 21 が接続されている。バスライン 21 には、切削負荷状態監視のプログラムを記憶しているプログラムメモリ 22 と、演算データを記憶する RAM 23 と、パラメータなどデータを記憶するパラメータメモリ 24 と、切削に使用される工具の状態を記憶する工具状態メモリ 25 と、切削負荷状態を監視するために演算処理する切削監視部 26 とが接続されている。

【0020】また、キーボード 27 から入力されたデータ、及びバスライン 21 を介して入力されたデータを表示するための CRT 28 と、監視条件を設定してパラメータメモリ 24 に記憶させるための監視条件設定部 29 と、実切削負荷読み込み部 30 とが、バスライン 21 に接続されている。監視条件設定部 29 では、監視のための測定時間、判定時間 T , T_n , 所定の設定時間 T_o , 実切削負荷の基準値 B, 無負荷設定値 C など監視条件が設定される。実切削負荷読み込み部 30 は、ワーク 1 が取付けられた主軸を駆動する主軸モータ、主軸に対して主軸軸線方向 (Z 軸方向) 及び主軸軸線と直交する方向 (X 軸方向) に相対移動する工具が取付けられた刃物台を駆動する送り軸用サーボモータの負荷電流を検知し、これを A/D 変換することにより実切削負荷を算出して読込んでいる。そして、この切削負荷状態監視装置 10 は CPU 20 により統括制御される。

【0021】図 4 に示すように、切削負荷状態監視装置

10 は、工作機械における実切削負荷を算出して読込む実切削負荷読み込み部 30 と、この実切削負荷読み込み部 30 から出力される実切削負荷が所定の無負荷設定値 C より小さいか否かを判定する切削負荷無負荷大小判定部 40 と、実切削負荷の下降経時変化率の大小を判定する下降経時変化率大小判定部 41 と、実切削負荷が無負荷設定値 C 以下の状態になる無負荷検出時間が所定の設定時間より長いかなんかを判定する無負荷時間判定部 42 と、前記 3 つの判定部 40, 41, 42 の各判定結果に基づいて正常な切削状態と異常な切削状態とを判別してアラーム出力部 43 に信号を出力する演算部 44 とを備えている。

【0022】図 3, 図 4 に示すように、判定部 40, 41, 42 と演算部 44 とアラーム出力部 43 は、切削監視部 26 に含まれている。なお、CPU 20 が演算部 44 を兼ねる場合でもよい。下降経時変化率大小判定部 41 は、実切削負荷の下降経時変化の傾きを計算する実切削負荷傾き計算部 45 と、基準傾きを計算する基準傾き計算部 46 と、実切削負荷傾き計算部 45 により算出された下降経時変化の傾きと基準傾き計算部 46 により算出された基準傾きとを比較する傾き大小判定部 47 とを備えている。

【0023】次に、切削負荷状態を監視する方法について説明する。図 6 及び図 7 は、本発明の監視方法の一実施例及び他の実施例をそれぞれ示すグラフである。

【0024】本発明の切削負荷状態の監視方法は、工作機械 (NC 旋盤) における実切削負荷が、パラメータメモリ 24 に記憶されている無負荷設定値 C より下がった場合に、実切削負荷の下降経時変化率の大小と、実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態との判別を行っている。また、切削負荷無負荷大小判定部 40 は、監視中に実切削負荷が無負荷設定値 C を越えたことがあるか否かについても判断する場合がある。

【0025】具体的には、下記の条件①乃至③を判別し、工具のチップング等を検出し、無負荷アラームの出力を行う。

①実切削負荷の下降経時変化率が大。

②実切削負荷が無負荷設定値以下の状態になる無負荷検出時間が、所定の設定時間より長い。

③監視区間中に実切削負荷が無負荷設定値を越えたことがある。

【0026】下降経時変化率大小判定部 41 は、図 6 に示すように、実切削負荷の下降経時変化の傾き S_1 , S_{1a} と、記憶部であるパラメータメモリ 24 に予め記憶され且つ実切削負荷の基準値 B に対応する所定の基準傾き S_2 とを比較することにより、下降経時変化率の大小を判断している。下降経時変化率の大小を判定する判定時間 T は、主軸の回転数の指令と主軸オーバーライドの指令とにより主軸回転数を算出し、主軸の一回転に必要な

時間の算出値に、パラメータメモリ 24 に予め記憶されているパラメータデータ（係数）を乗算して求めている。もちろん、主軸の一回転に必要な時間の算出値を判定時間 T にしてもよい。

【0027】図 6 の傾き S_1 は、曲線 8（図 2）に示された傾きに基づくものであり、チップングによる異常な切削状態の発生を示している。実切削負荷傾き計算部 45 は、実切削負荷読み込み部 30 から入力する実切削負荷に基づいて、傾き S_1 を計算する。傾き大小判定部 47 は、この傾き S_1 と所定の基準傾き S_2 の大きさを判定するために、基準傾き計算部 46 及び実切削負荷傾き計算部 45 からそれぞれ入力する信号に基づいて、基準傾き S_2 を含む三角形 b, c, d の面積 F と、傾き S_1 を含む台形 b, c, e, d の面積 G とを比較している。基準傾き計算部 46 は、実切削負荷基準値 B を判定時間 T で除した次式により、この場合の基準傾き S_2 を算出する。

基準傾き $S_2 = \text{実切削負荷基準値 } B / \text{判定時間 } T$

そして、面積が $G > F$ であれば傾きが $S_1 > S_2$ となつて、実切削負荷の下降経時変化率が大きいので、傾き大小判定部 47 は、実切削負荷が急下降したと判定する。

【0028】これとは逆に、曲線 6（図 2）に示す正常な切削の場合には、図 6 の破線で示す傾き S_{1a} を含む三角形 b, c, d_1 の面積 G_a と、面積 F を比較する。そして、面積が $G_a < F$ の場合には傾きは $S_{1a} < S_2$ となり、下降経時変化率は小になるので、傾き大小判定部 47 は、実切削負荷がゆっくりと下降したと判定する。

【0029】図 7 の場合に、傾き大小判定部 47 は、実切削負荷の下降経時変化の傾き S_1 と、実切削負荷が無負荷設定値 C 以下になる直前の実切削負荷平均値 B_1 に基づく下降経時変化の基準傾き S_3 とを比較することにより、下降経時変化率の大きさを判断している。したがって、基準傾き計算部 46 により計算されるこの基準傾き S_3 の値は常に更新されている。この場合の基準傾き S_3 は、判定時間 T_n の直前の判定時間 T_{n-1} 、 T_{n-2} における実切削負荷の平均値 B_1 を判定時間 T_n で除した次式により算出される。図 7 中の判定時間 T_n は、主軸一回転の時間から、又は主軸一回転の時間に所定のパラメータデータ（係数）を乗算した時間から、求めている。

基準傾き $S_3 = \text{直前の実切削負荷平均値 } B_1 / \text{判定時間 } T_n$

【0030】そして、図 6 と同様にして、基準傾き S_3 を含む三角形 b, c, d の面積 H と、実切削負荷の下降経時変化の傾き S_1 を含む三角形 b, c, e の面積 I とを比較することにより、傾き S_3 、 S_1 を比較している。図 7 に示す傾き S_1 は、曲線 6（図 2）に示す正常な切削に基づくものである。この場合には、面積は $H > I$ なので、傾きは $S_1 < S_3$ となるので、実切削負荷の下降経時変化率は小となり、急下降とは判定しない。図

7 では直前のデータに基づいて基準傾き S_3 を演算しているので、実切削負荷に変動がある場合に正確に監視できることになり好ましい。

【0031】次に、図 5 のフローチャートを参照して切削負荷状態を監視する手順について説明する。切削負荷状態監視用のプログラムはプログラムメモリ 22 に記憶されており、監視条件はキーボード 27 から入力されて、監視条件設定部 29 で設定される。

【0032】まず最初に、切削監視部 26 は、実切削負荷のバッファリングを行う（ステップ 101）。次に、実切削負荷読み込み部 30 により実切削負荷を読み込んで、実切削負荷が、監視条件設定部 29 で設定された無負荷設定値 C より下がったか否かを、切削負荷無負荷大小判定部 40 により判別する（ステップ 102）。曲線 5 に示すように、実切削負荷の方が無負荷設定値 C より常に大きい場合には、条件①、②に該当しないので、正常な切削がなされているものとしてステップ 101 に戻る。一方、実切削負荷が無負荷設定値 C より小さい場合には、監視区間中に実切削負荷が無負荷設定値 C を越えたことがあるか否か、即ち条件③を判断する（ステップ 103）。一度でも越えたことがあれば、ステップ 104 に移行する。次に、実切削負荷傾き計算部 45 は、実切削負荷の下降経時変化の傾き S_1 、 S_{1a} （図 6、図 7）を計算する（ステップ 104）。

【0033】次いで、基準傾き計算部 46 は、実切削負荷基準値 B に対応する所定の基準傾き S_2 （図 6）を計算する。この計算結果 S_2 をパラメータメモリ 24 に一旦記憶しておくのが好ましい。一方、基準傾き計算部 46 は、この計算に代えて、図 7 に示すように、実切削負荷が無負荷設定値 C 以下になる直前の実切削負荷平均値 B_1 に基づく下降経時変化の基準傾き S_3 を計算してもよい（ステップ 105）。なお、例えば同種の多数のワークを切削する場合には基準値 B もほぼ一定になる。したがって、基準値 B や実切削負荷平均値 B_1 に拘らず、そのワークに関する基準傾き S_2 の値を一定値にしてパラメータメモリ 24 に予め記憶しておいてもよく、この場合にはステップ 105 の計算が省略できる。

【0034】次に、傾き大小判定部 47 は、実切削負荷傾き計算部 45 と、基準傾き計算部 46 又はパラメータメモリ 24 からの出力により、実切削負荷の下降経時変化の傾き S_1 （又は S_{1a} ）と基準傾き S_2 （又は S_3 ）とを比較して、条件①を判断する（ステップ 106）。傾きが S_1 （又は S_{1a} ） $< S_2$ （又は S_3 ）の場合には条件①に該当しないので、ステップ 101 に戻る。

【0035】ステップ 106 において傾きが S_1 （又は S_{1a} ） $> S_2$ （又は S_3 ）と判断された場合は、無負荷時間判定部 42 は、実切削負荷読み込み部 30 から出力される実切削負荷が無負荷設定値 C 以下の状態になる無負荷検出時間 T_3 が、パラメータメモリ 24 に予め記憶された所定の設定時間 T より長いかな否か、即ち条件②を

判断する（ステップ107）。時間が $T_3 < T_0$ の場合には、曲線7に示すように、何らかの理由により瞬間的に実切削負荷が変動して無負荷設定値Cより下がったが、その後直ぐに正常な切削の状態に戻っている。したがって、演算部44は、条件①には該当するが条件②に該当しないので正常な切削と判断して、無負荷アラームを出さないでステップ101に戻る。

【0036】ステップ107で時間が $T_3 > T_0$ の場合には、条件①、②、③に該当する曲線8に示すようなチッピング等が生じたと推定される。したがって、この場合には、演算部44は、切削状態に異常が発生したと判断して、アラーム出力部43に無負荷アラームを出力して、CRT28にその旨表示するとともに、NC装置48を介してNC旋盤の送り軸サーボモータに続いて主軸モータを停止させる（ステップ108）。

【0037】ステップ103において、切削負荷無負荷大小判定部40が、監視区間中に実切削負荷が無負荷設定値Cを越えたことがないと判断した場合にはステップ109に移行し、切削監視区間が終了したか否かを判断する。切削監視区間が終了していた場合には、図2の線9に示したような工具又はワークの取付けミス、NCプログラムのプログラミングミス、選択ミス等が生じたと推定できる。即ち、この場合にも、演算部44はアラーム出力部43を介して無負荷アラームを出力し（ステップ110）、CRT28に表示するとともに、NC装置48により工作機械をアラーム状態にし停止させる。これにより、切削負荷状態を監視する手順を終了するが、この一連の手順を、例えば100[msec]毎に実行するのが好ましい。

【0038】実切削負荷が無負荷設定値Cより下がった場合に常に無負荷アラームを出力すれば、通常の切削を示す曲線5以外の曲線の場合にはすべてアラームが出力されてしまう。すると、曲線6、7のように正常な切削を行っている場合に不都合であるとともに、曲線8、線9に示すような異常の発生の区別が付かない。

【0039】これに対して、本発明では、実切削負荷の下降経時変化率の大小と無負荷検出時間とにより、正常な切削状態と異常な切削状態との区別を確実に行うことができる。また、実切削負荷が無負荷設定値Cより小さい場合に、監視区間中に実切削負荷が無負荷設定値Cを越えたことがあるか否かを判断することにより、線9に示すような取付けミスの場合を確実に判別できる。

【0040】従来は、線9に示す如く監視区間全域で実切削負荷が無負荷設定値C以下の状態が続く場合にのみ無負荷アラームを出力していた。そのため、チッピングなど異常が発生した場合の検出ができなかった。これに対して、本発明によれば、切削加工開始後、実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、これが正常な切削によるものか異常な切削状態の発生によるものかの判別を行うことができ、無負荷検知を確実に行うことができ

る。

【0041】前述の車輪の切削のように、殆ど無負荷状態にほぼ等しい切削状態が途中に存在するようなワークの加工では、正常な切削による切り込み量ほぼ零の時の実切削負荷の変動はゆっくりと生じるのに対して、切削の途中でチッピングが生じると実切削負荷は急激に下降する。本発明では、このような、切削の途中で実切削負荷が殆ど零になるように変化する加工を行う場合に、実切削負荷の変動の差を下降経時変化率の大小により判別した。したがって、実切削負荷が無負荷設定値より下がったのが正常な切削によるものか異常な切削状態の発生によるものかの判別を確実に且つ正確に行うことができる。

【0042】このように、切削負荷状態の正確な監視ができるので、工場が自動化されて昼夜間の無人運転がなされる場合でも対応できる。この実施例では、刃物台がX軸方向、Z軸方向に移動するNC旋盤で説明を行っているが、どちらか一方又は両方の軸方向主軸台が移動するNC旋盤であってもよい。また、刃物台に回転工具主軸を有する場合には、回転主軸モータの負荷状態を監視してもよい。さらに、NC旋盤の他に、マシニングセンタ、ターニングセンタ等の工作機械であってもよい。なお、各図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

【0043】

【発明の効果】本発明は、上述のように構成したので、実切削負荷が無負荷設定値より下がった場合に、これが正常な切削によるものかチッピングなど異常な切削状態の発生によるものかの判別をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1乃至図7は本発明を説明するための図で、図1は切削状態を示すワークの部分断面図である。

【図2】実切削負荷と時間との関係を示すグラフである。

【図3】切削負荷状態監視装置のブロック図である。

【図4】切削負荷状態監視装置の概略構成図である。

【図5】本発明に係る切削負荷状態の監視方法を示すフローチャートである。

【図6】本発明の監視方法の一実施例を示すグラフである。

【図7】本発明の監視方法の他の実施例を示すグラフである。

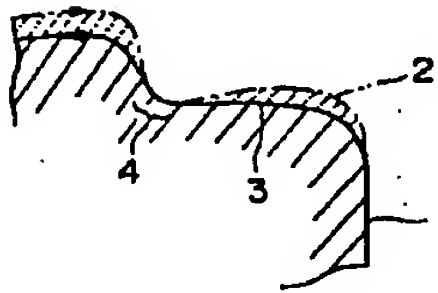
【符号の説明】

24	パラメータメモリ（記憶部）
30	実切削負荷読込み部
40	切削負荷無負荷大小判定部
41	下降経時変化率大小判定部
42	無負荷時間判定部
43	アラーム出力部
44	演算部
45	実切削負荷傾き計算部

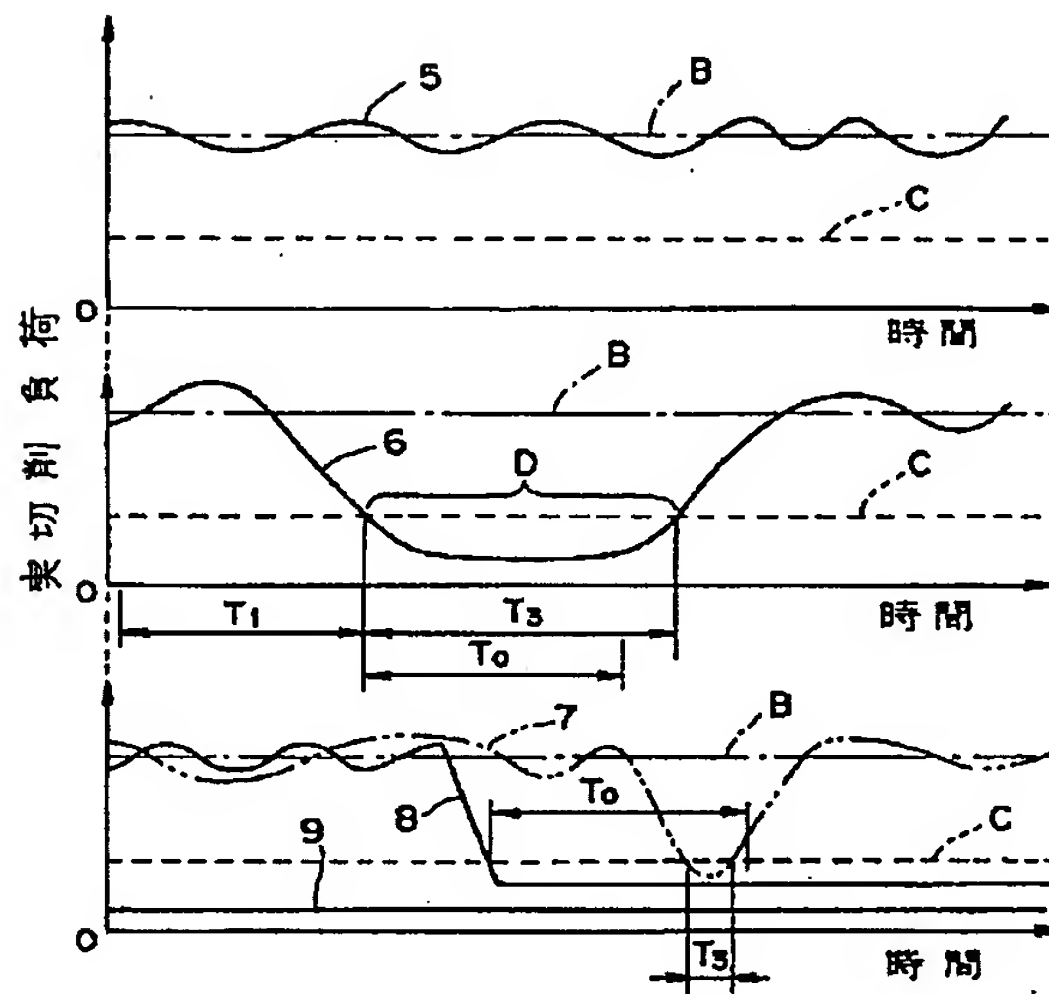
- 11
- 46 基準傾き計算部
47 傾き大小判定部
B 突切削負荷基準値
B₁ 直前の突切削負荷平均値
C 無負荷設定値

- 12
- S₁, S_{1a} 下降経時変化の傾き
S₂ 所定の基準傾き
S₃ 基準傾き
T₀ 所定の設定時間
T₃ 無負荷検出時間

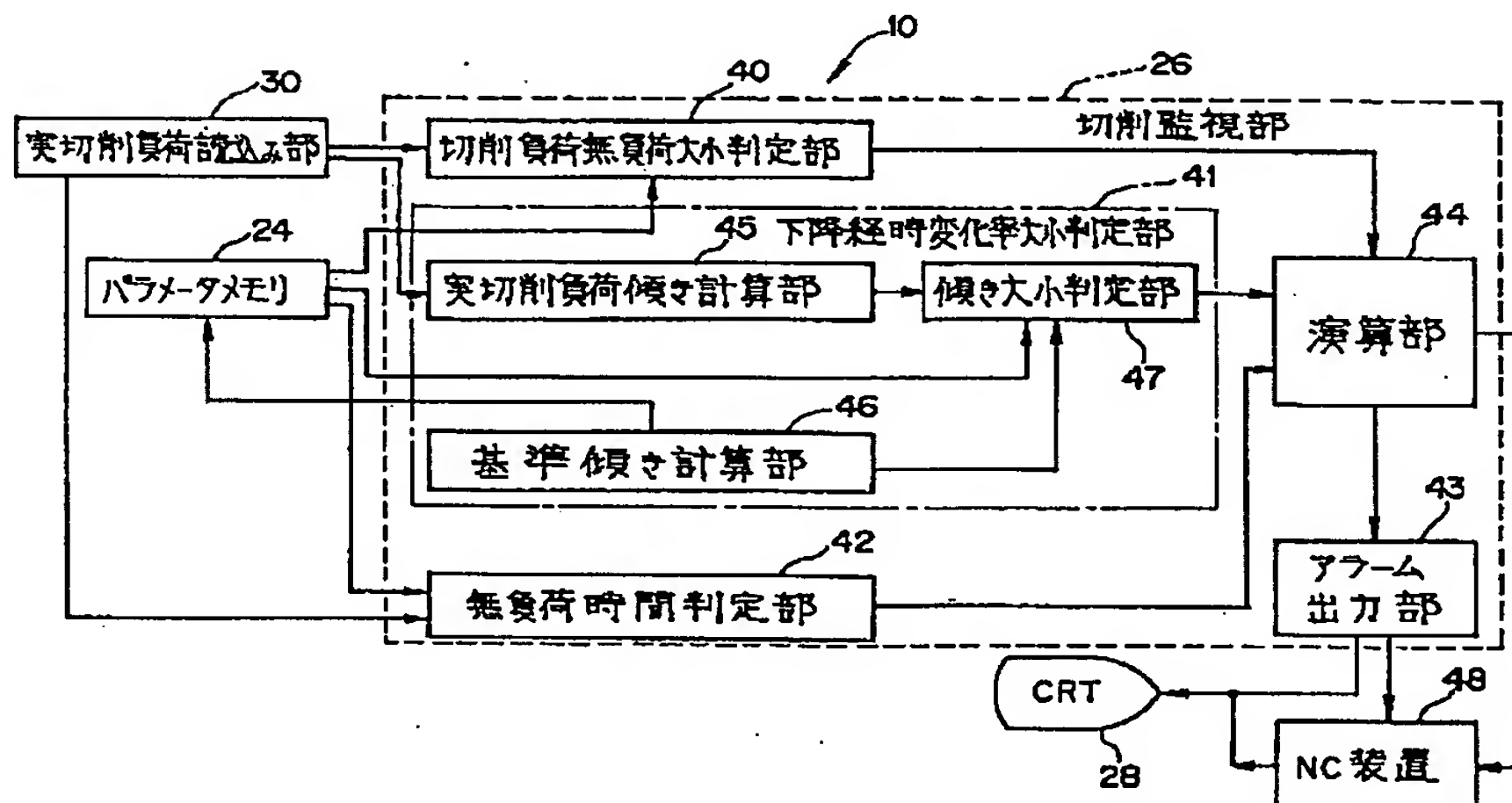
【図1】



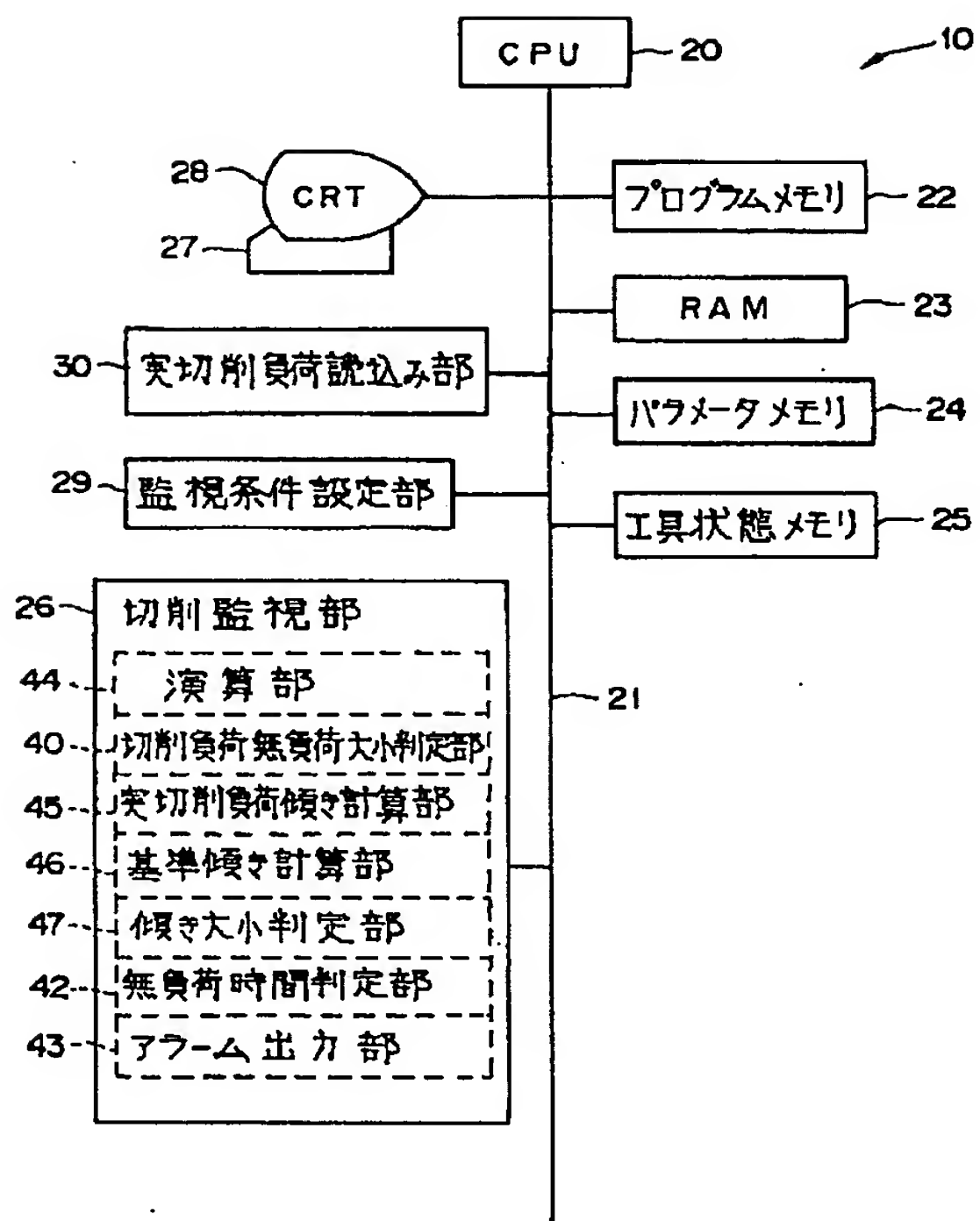
【図2】



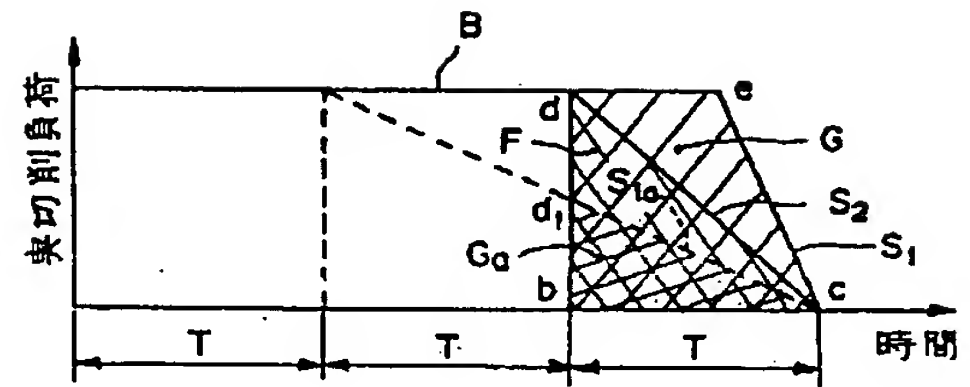
【図4】



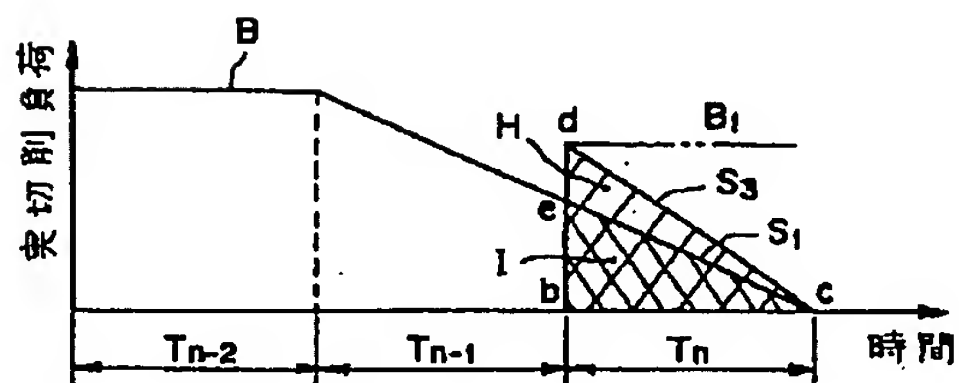
【図 3】



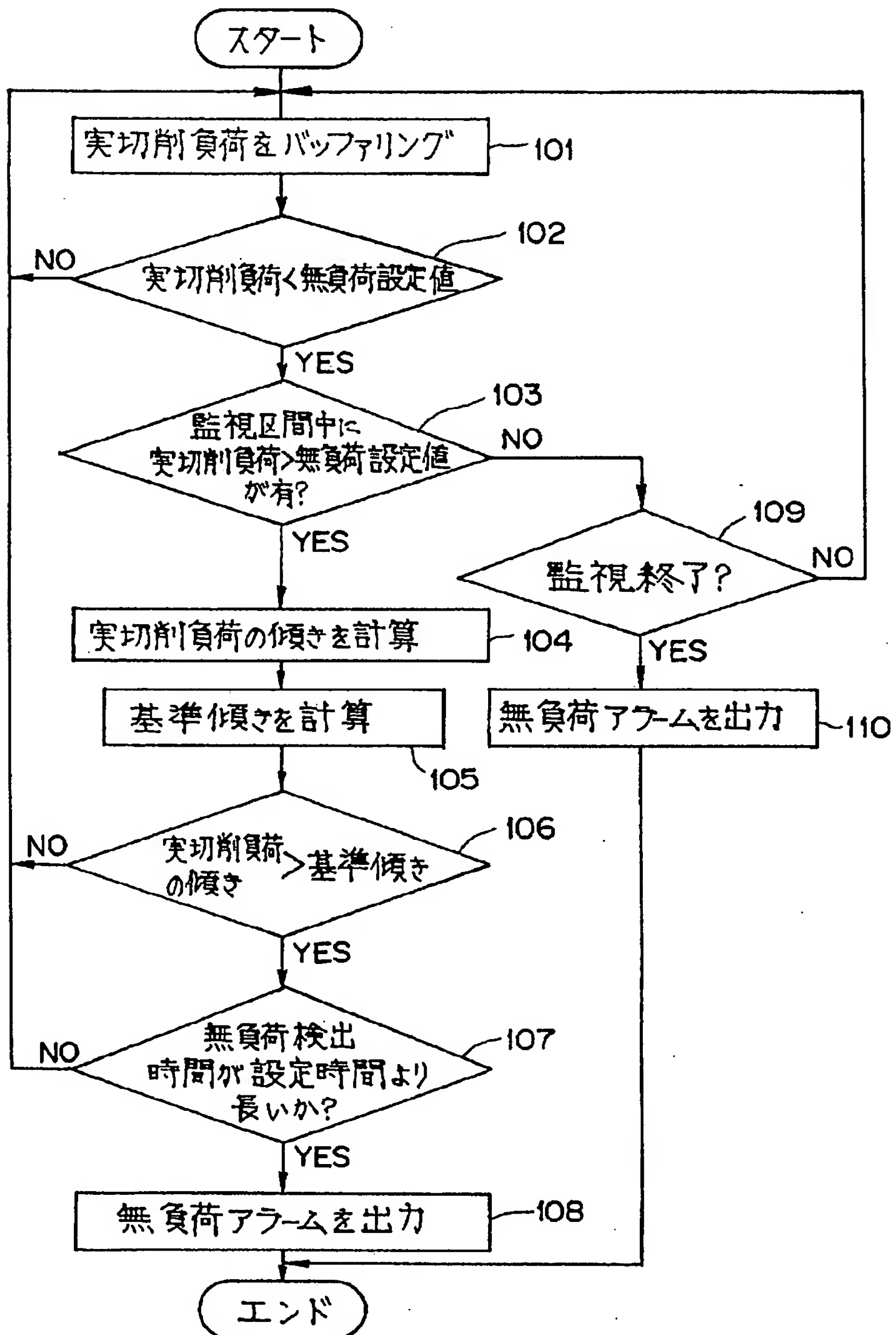
【図 6】



【図 7】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.